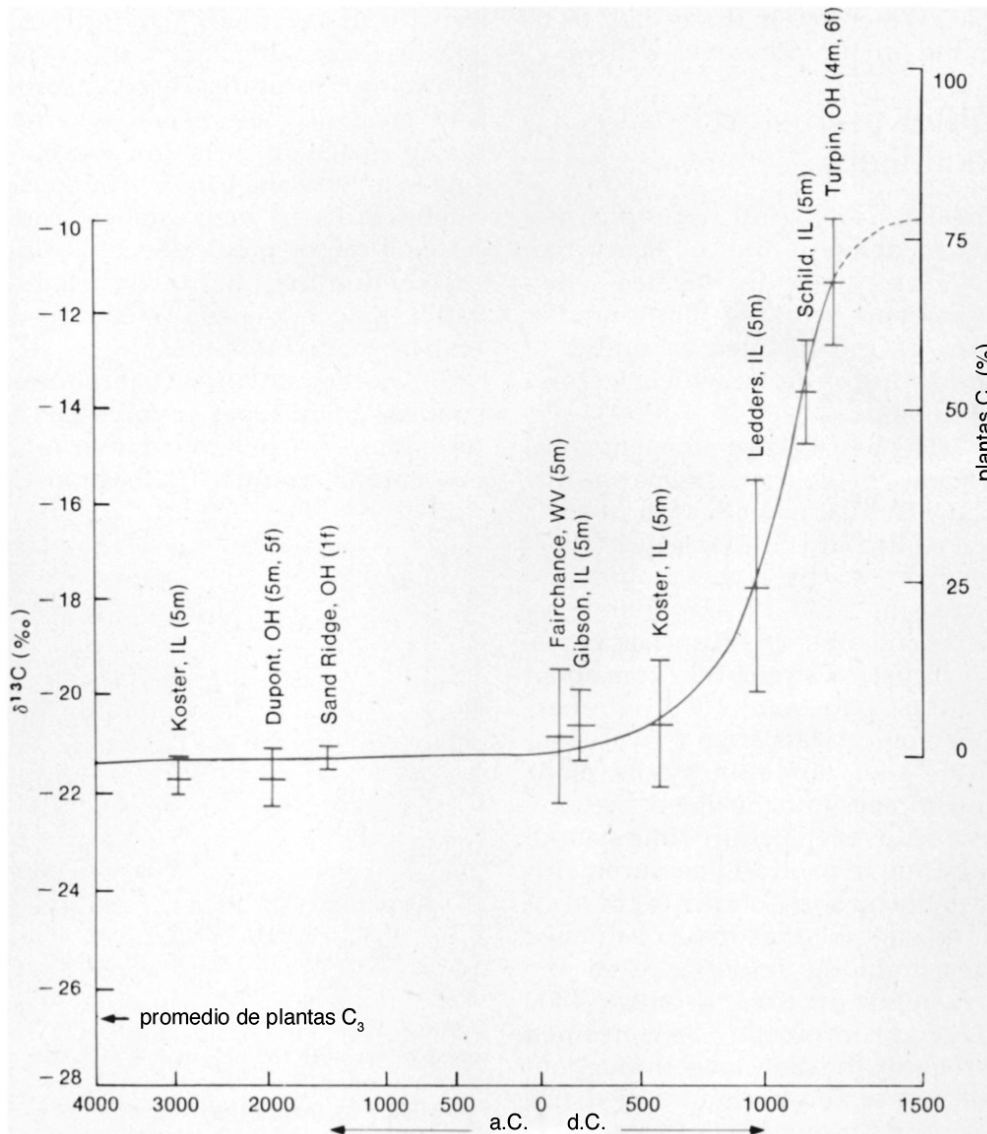




Datación de la fecha de domesticación del maíz a partir del análisis de isótopos de carbono

CÓMO UTILIZAR ESTE RECURSO

Muestra a los estudiantes la siguiente figura, junto con su leyenda y la información general. Las secciones “Interpretación de la gráfica” y “Preguntas de discusión” brindan información adicional y sugieren preguntas que puedes utilizar para estimular el pensamiento de los estudiantes, aumentar su participación o guiar una discusión grupal sobre las características de la gráfica y lo que representa.



Leyenda: Datos sobre la proporción de isótopos de carbono en el colágeno de los huesos de esqueletos humanos encontrados en Illinois, Ohio y Virginia Occidental, con fechas entre 4000 a.C. y 1500 d.C. El número y sexo de las personas que se encontraron en cada lugar se indica entre paréntesis.

INFORMACIÓN GENERAL

Para estudiar el cambio de dieta durante la transición entre el estilo de vida de cazadores-recolectores al de agricultores, Nikolaas van der Merwe y J. C. Vogel midieron distintos isótopos de carbono en los tejidos de colágeno de esqueletos humanos de América del Norte datados entre 4000 a.C. y 1500 d.C. Los isótopos estables son formas diferentes de un elemento con una masa atómica ligeramente diferente. Por ejemplo, la mayor parte del carbono (^{12}C) tiene seis protones y seis neutrones en el núcleo y una masa atómica de 12, pero

el ^{13}C tiene seis protones y siete neutrones y una masa atómica de 13. Diferentes especies de plantas contienen diferentes proporciones de isótopos ^{12}C y ^{13}C , dependiendo de la vía que utilicen para fijar el carbono durante la fotosíntesis. La mayoría de las plantas nativas de América están clasificadas como plantas C_3 , como los cultivos de cereales de semilla pequeña como el arroz, el trigo, la cebada y la avena, que convierten el CO_2 en un compuesto inicial de tres carbonos durante la fotosíntesis. Las plantas C_4 , como el maíz y la caña de azúcar, convierten el CO_2 en un compuesto inicial de cuatro carbonos. Los tejidos vegetales C_4 tienen una mayor proporción de isótopos ^{13}C y ^{12}C que las plantas C_3 . Cuando los animales comen estas plantas, las proporciones de isótopos de carbono, o “señales isotópicas”, se almacenan en sus tejidos, como el colágeno de los huesos. A medida que estos tejidos se forman, se produce fraccionamiento, lo que significa que las proporciones entre isótopos de carbono cambian ligeramente. Para los humanos que consumen plantas C_3 , el fraccionamiento promedio durante la formación de colágeno es de +5.1 ‰. Antes de la domesticación del maíz, las plantas C_3 eran la principal fuente de alimento de los seres humanos prehistóricos en América del Norte. La gráfica anterior ilustra el cambio en el consumo de plantas antes y después de la adopción del maíz domesticado como cultivo básico en el Medio Oeste de los Estados Unidos.

INTERPRETACIÓN DE LA GRÁFICA

Cada punto de datos en la gráfica muestra la cantidad relativa de ^{13}C promedio de colágeno de los huesos recuperado de muestras de esqueletos humanos durante un período de 5,500 años (mostrado en el eje X). Se midió la proporción entre isótopos de ^{12}C y ^{13}C en las muestras y se comparó con la proporción de un patrón universal. La diferencia entre la muestra y el patrón se presenta como $\delta^{13}\text{C}$, pronunciado “delta carbono trece”, en partes por mil (‰) (en el eje Y izquierdo). El eje Y derecho es la inferencia del porcentaje de la dieta compuesta por plantas C_4 de estos individuos. Las plantas C_3 tienen una proporción de aproximadamente -26.5 ‰ (indicada por una flecha en la gráfica), pero a medida que se forma colágeno de los huesos, esa proporción cambia en un +5.1 ‰. La dieta compuesta únicamente por plantas C_3 de una persona tendría una proporción de -21.4 ‰, mientras que alguien con una dieta compuesta en un 70 % por plantas C_4 tendría una proporción de -12.5 ‰. La línea que pasa por los puntos de datos es la curva de mejor ajuste. Toma en cuenta que la parte nivelada de la curva entre aproximadamente 4000 y 0 a.C. corresponde a 0% de plantas C_4 en las dietas de estos nativos americanos. La línea muestra un fuerte aumento a partir del año 200 d.C. aproximadamente, lo que indica un cambio en la dieta de plantas predominantemente C_3 a plantas predominantemente C_4 .

Consejo didáctico: Pide a los estudiantes que expliquen las diferentes partes de la gráfica.

- El cálculo y la interpretación de la pendiente
- Tipo de gráfica: Diagrama de dispersión
- Eje X: Tiempo (años)
- Eje Y: Eje izquierdo: $\delta^{13}\text{C}$ medido en partes por mil, o ‰, en colágeno de los huesos; eje derecho: Porcentaje (%) de plantas C_4 en la dieta.
- Barras de error: El documento original no especifica si estas barras de error representan error estándar o desviación estándar. El hecho de no conocer la respuesta a esta pregunta abre el debate sobre qué métodos estadísticos son adecuados y qué indican las barras de error en cada caso.

PREGUNTAS DE DISCUSIÓN

- Utilizando la evidencia de la gráfica, explica de qué manera la dieta de los habitantes de América del Norte cambió entre los años 4000 a.C. y 1500 d.C.
 - ¿En qué momento comenzó a cambiar la dieta?

- Compara la pendiente de las líneas antes y después de este momento.
- ¿Cómo crees que cambió el estilo de vida de los habitantes de América del Norte durante este tiempo?
- Los datos genéticos y arqueológicos del maíz y su antepasado, el teosinte, indican que el maíz fue domesticado alrededor del año 7000 a.C. en México. Sin embargo, el maíz no se convirtió en un alimento básico en la dieta de los mexicanos hasta el año 4000 a.C. y el maíz no llegó al suroeste de Estados Unidos sino hasta el año 2000 a.C. ¿Cómo se podría explicar el espacio de tiempo antes de que el maíz se volviera un alimento básico de la dieta de los habitantes del Medio Oeste de América del Norte?
- Se cree que el cambio de una dieta basada en C₃ a una dieta basada en C₄ ha contribuido al aumento poblacional, a cambios en los patrones de asentamiento y al desarrollo de sociedades a gran escala en el periodo temprano de América del Norte. ¿Qué evidencia adicional necesitarías investigar para respaldar esta afirmación?

FUENTE

Figura 6 de:

van der Merwe N.J. Carbon Isotopes, Photosynthesis, and Archaeology: Different pathways of photosynthesis cause characteristic changes in carbon isotope ratios that make possible the study of prehistoric human diets. *American Scientist* 1982; 70(6):596-606.

Consultar el artículo: <http://www.jstor.org/stable/27851731>

Datos originales de:

van der Merwe N.J. y J.C. Vogel. 13C content of human collagen as a measure of prehistoric diet in woodland North America. *Nature* 1978; 276:815-6.

CRÉDITOS

Bob Kuhn, Centennial High School, Roswell, Georgia

Editado por: Marshall Otter, PhD, Marine Biological Laboratory; Laura Bonetta, PhD; Elizabeth Rice, PhD; Laura Helft, PhD; Mark Nielsen, PhD; Aleeza Oshry; Bridget Conneely, HHMI

Traducido al español por UBIQUS; y editado por Lorena Villanueva-Almanza, Freelance Editor; Inés Gutiérrez Jaber, Red Mexicana de Periodistas de Ciencia (Red MPC) y Zulmarie Pérez Horta, HHMI